

土壤施用されたメソミル，メタラキシル
及び BPMC の作物体への吸収と移行

市原 勝 ・ 奴田原誠克

Uptake and Translocation of Methomyl, Metalaxyl and BPMC in Vegetable Crops

Masaru ICHIHARA and Masakatsu NUTAHARA

土壌施用されたメソミル，メタラキシル 及び BPMC の作物体への吸収と移行

市原 勝*・奴田原誠克**

Uptake and Translocation of Methomyl, Metalaxyl and BPMC in Vegetable Crops

Masaru ICHIHARA and Masakatsu NUTAHARA

はじめに

農作物に散布あるいは土壌に施用された薬剤の作物体による吸収は、未だ十分には解明されていない種々の要因によって大きく影響される。作物の種類によっても大きく異なるだろうし、また吸収が水溶性に依存しているような物質では、乾燥によって取り込みが影響を受けることも考えられるであろう。農薬の作物残留量に影響を及ぼす諸因子を十分把握することによって、シミュレーションを行ない、残留量推定を可能にすることが期待される。当研究室ではその一助として多くの園芸野菜の農薬残留について実験、調査を行ない、果実の肥大成長速度、農薬の水溶解度、蒸気圧等が残留量に影響を及ぼすことを明らかにしてきた。¹⁾²⁾

筆者らは今回、土壌施用された農薬の残留性の中で特に作物の持つ因子に着目した。そこで、吸収移行量が比較的多く作物体の特性を調査するのに有利と考えられたメソミル、メタラキシル、BPMC の3剤を選び、キュウリ、ナス、トマト、ピーマンの4作物に土壌施用して、根からの吸収性及び作物体内での移行性を比較的検討した。

本試験の実施に際し、適切な栽培管理をして頂いた北内美江子主任技師に深く感謝の意を表する。

材料および方法

1 供試作物

キュウリ（品種：シャープ1）、ナス（品種：竜馬）、ピーマン（品種：新さきがけ）、トマト（品種：ときめき）を、当研究所の無加温ビニールハウス内で栽培した。圃場は沖積層の水田土壌（埴壤土）で各作物とも、幅1.1m、長さ2.6mの農薬処理区を3区宛設け昭和62年4月3日にトマト、4月6日にナス、4月16日にキュウリおよびピーマンを、1区当たり14株宛定植し通常の施肥管理を行なった。

2 農薬処理

昭和62年5月25日にメソミル（45%水和剤）の3000倍液を3.3ℓ/㎡、BPMC（50%乳剤）の3000倍液を3ℓ/㎡それぞれ土壌灌注した。またメタラキシル（2%粒剤）を25g/㎡土壌表面に施用し、その後3ℓ/㎡の灌水をした。3農薬の成分としての施用量はいずれも500mg/㎡であった。なお農薬処理後4日目に慣行の灌水を行なった。

3 試料採取

作物体分析用試料の採取は、4作物とも農薬処理後1日、3日、5日、7日目に行ない、1区当たり2株宛供試した。試料は果実、葉、茎、根（水洗し土壌等を除去）に分けて採取し、適量の水を加えてホモジナイズ後分析日まで-20℃で凍結保存した。

4 分析法

メソミルはアセトン抽出後 n -ヘキサン洗浄（硫酸酸性）、ジクロロメタン転溶、脱水、濃縮した後アルカリ加水分解し、メチルチオアセトヒドロキシマートに変換し、FPD(S)-GCで定量した。メタラキシルおよびBPMCは後藤・加藤³⁾が示した方法を参考にしてアセトン抽出後、ジクロロメタン転溶、フロリジルカラムによる精製を行ない、FTD-GCで定量した。

結 果

1 作物の生体重

採取した作物の各器官別生体重の一例（メソミル灌注区）を第1表に示した。キュウリ、ナスで果実は7日間に2～6倍に増加したが、他器官は、この間ほとんど変化が見られなかった。ピーマンは葉、茎の増加が見られたが果実、根はあまり変化がなかった。トマトは果実、茎、葉で漸増が見られた。他の2農薬を施

* 高知県農林技術研究所 農薬残留研究室

** 現 高知県農業技術課

高知農林研報第21号（1989） 9～14

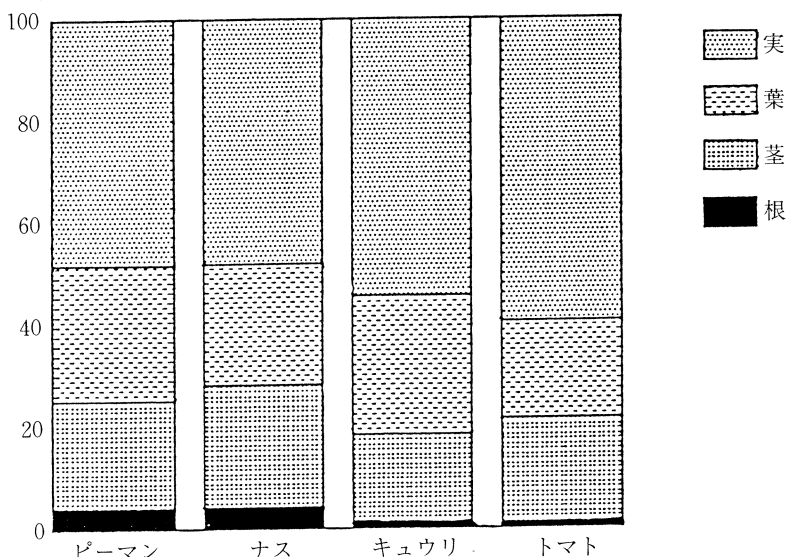
Bull. Kochi Inst. Agr. & Forest Sci. No.21（1989） 9～14

第1表 各作物の器官別生体重（メソミル灌注区）

施用後経過日数		1日	3日	5日	7日
キュウリ	果実	219	578	637	1,012
	葉	359	379	310	340
	茎	203	182	191	216
	根	11	8	8	10
ナス	果実	219	454	425	415
	葉	185	206	197	207
	茎	228	207	218	187
	根	38	38	32	35
ピーマン	果実	174	189	185	150
	葉	64	102	119	125
	茎	65	85	83	94
	根	14	15	19	11
トマト	果実	1,545	1,789	2,186	2,316
	葉	442	531	607	644
	茎	538	613	608	670
	根	37	23	27	26

単位：g/株

(%)



第1図 各器官の作物体重量に占める割合

用した作物においてもほぼ同様の結果が得られた。各器官が作物体に占める割合を7日間の平均で表わしたものが第1図である。

2 キュウリにおける農薬の吸収移行

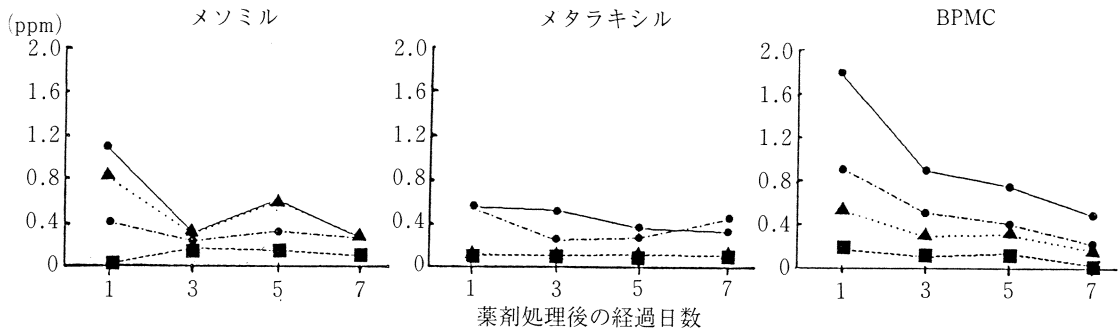
キュウリの各器官における農薬濃度を第2図に示した。更に各器官における農薬の含量を算出し、作物体全体に対する割合（以下存在比という）を求め、第3図に示した。

メソミルの濃度は根および茎で1日目に高く、以後減少した。茎および果実では変化は少なかった。一方

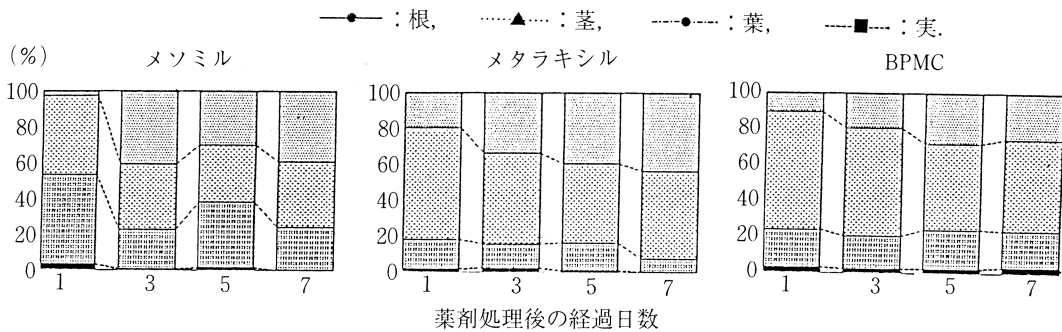
各器官での存在比をみると、1日目は茎、葉で含量が多く果実では僅かであったが、3日目以降は果実での含量が30%前後で推移した。

メタラキシルの濃度は根および葉で高く、茎および果実では低く推移した。一方、存在比は果実で1日目に約20%となり以後漸増した。

BPMCの濃度は根>葉>茎>果実の順で、1日目に高く以後経時的に低下した。存在比は果実で1日目に約10%、5日目に約30%であった。茎での存在比は約20%ではほぼ一定であった。



第2図 キュウリの各器官における農薬濃度



第3図 キュウリの名器官における農薬の存在比

■: 根, ▨: 茎, ▤: 葉, ▥: 実.

3 ナスにおける農薬の吸収移行

ナスの各器官における農薬濃度および存在比を第4, 5図に示した.

メソミルは葉で最も濃度が高く、次いで根となっており、またその両器官では経時的に減少した. しかし茎、果実では5日目が高くなるなど、一定の傾向は見られなかった. 各器官の存在比は、キュウリの場合と同様な変化を示した.

メタラキシルは全ての器官で、3日目以降が1日目と同程度か、より高濃度を示した. 存在比を見ると1日目に葉、果実で検出されず、果実は3日目以降増加し7日目には30%を占めた.

BPMCは他の2薬剤の場合より濃度が高く、根>葉>茎>果実の順で検出された. 果実にはほとんど存在しなかった.

4 トマトにおける農薬の吸収移行

トマトの各器官における農薬濃度および存在比を第6, 7図に示した.

メソミルは根で最も濃度が高く、他の3器官では低濃度で推移した. 茎および葉に多く分布し根における存在比は漸減した.

メタラキシル、BPMCも同様に根で高い濃度を示し

たが、メタラキシルは果実、葉で、BPMCは果実で検出されなかった.

5 ピーマンにおける農薬の吸収移行

ピーマンの各器官における農薬濃度および存在比を第8, 9図に示した.

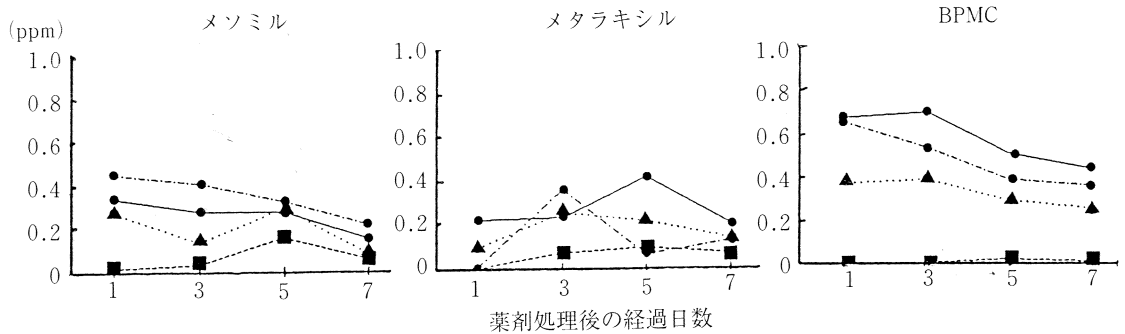
メソミルの濃度は各器官とも3日目にピークがあり葉において特に高濃度に検出された. 1日目から7日目まで、移行した薬剤の60%が葉に存在した.

メタラキシルは根で高い濃度を示した. しかし各器官における存在比では、葉に多く存在した.

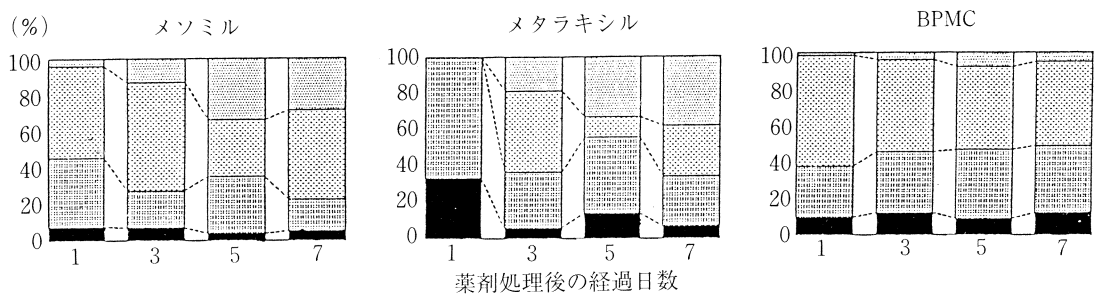
BPMCもメタラキシルと同様に根で高く、他の器官で低濃度で推移し果実では検出されなかった. 各器官における存在比を見るとメソミル、メタラキシルの場合と異なり、葉で経時的に減少し、茎で増加した.

6 作物体別農薬吸収量

各器官ごとの生体重と薬剤濃度から薬剤吸収量を算出し、作物体別の農薬濃度として第10図に示した. それによるとキュウリ中の濃度が最も高く、次いでナス、ピーマン、トマトの順であった. 但しピーマンではメソミルが、また、ナスではメタラキシルが、それぞれ3日目に濃度が最も高くなる傾向が見られた.

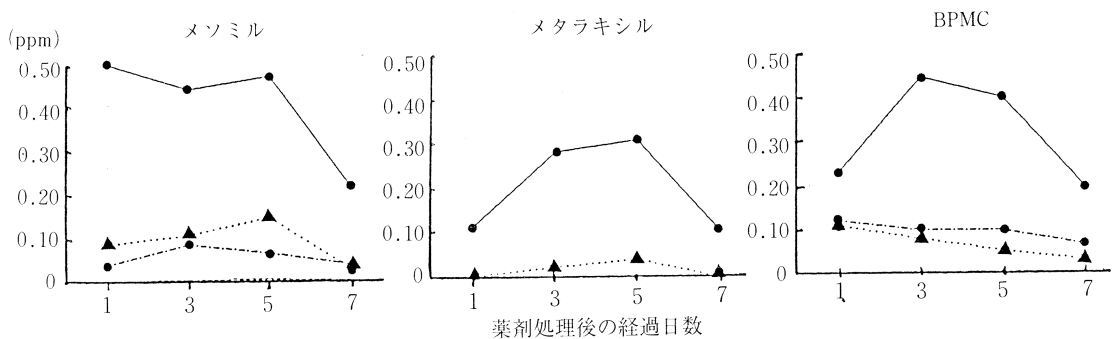


第4図 ナスの各器官における農薬濃度



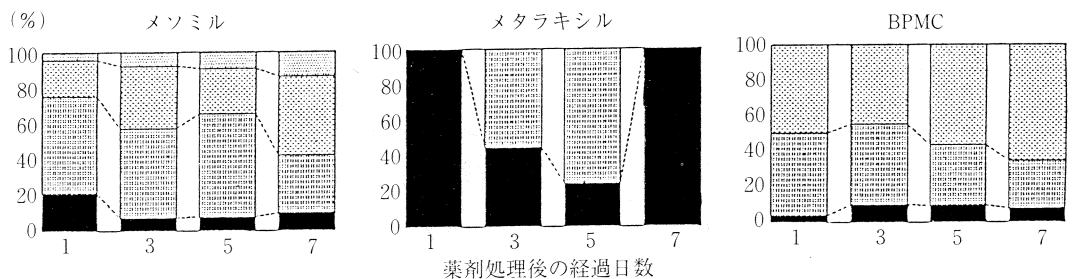
第5図 ナスの各器官における農薬の存在比

■：根， ▨：茎， ▩：葉， ▤：実。



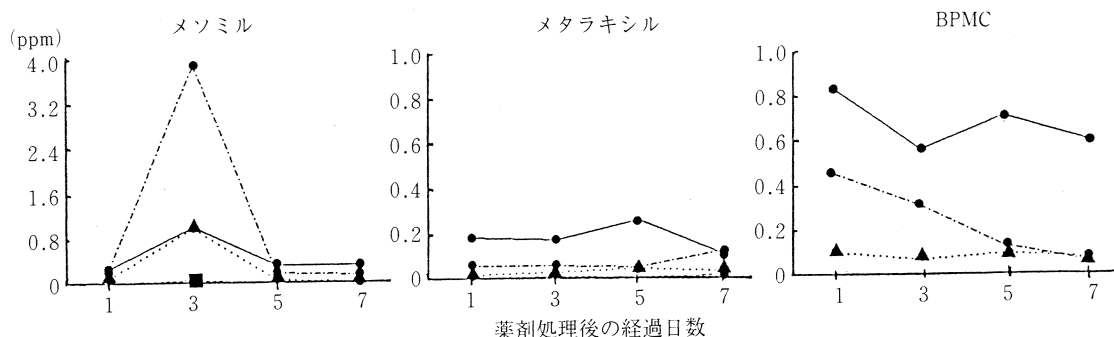
第6図 トマトの各器官における農薬濃度

—●—：根，▲.....：茎，●.....：葉，■.....：実。

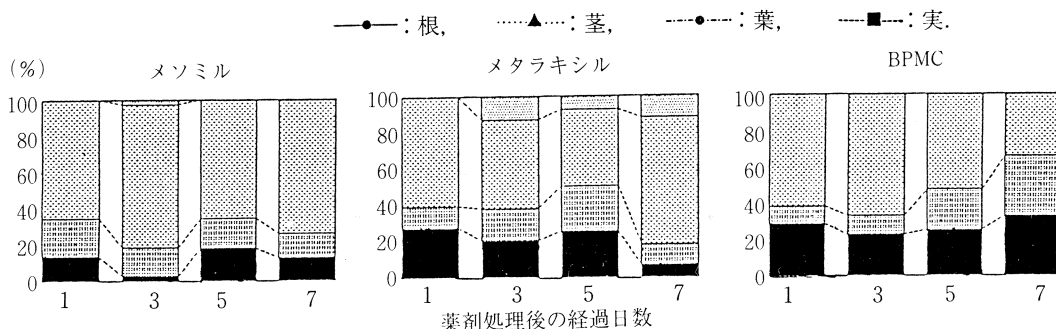


第7図 トマトの各器官における農薬の存在比

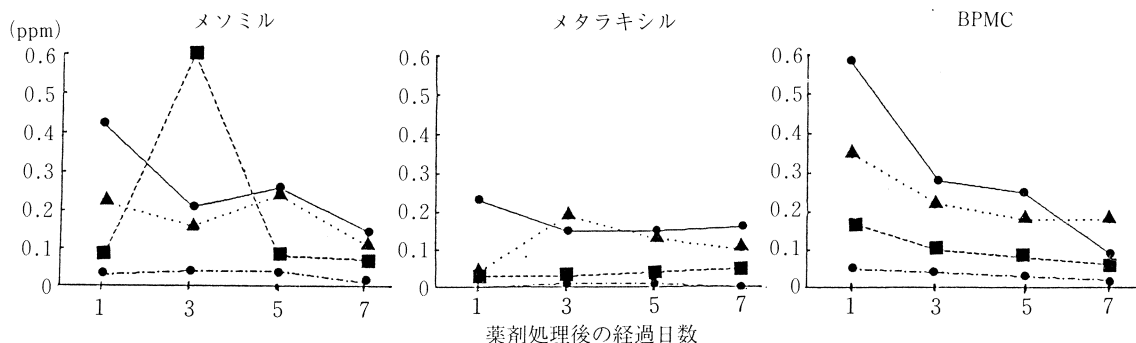
■：根， ▨：茎， ▩：葉， ▤：実。



第8図 ピーマンの各器官における農薬濃度



第9図 ピーマンの各器官における農薬の存在比



第10図 各薬剤の作物体中濃度

●: キュウリ, ▲: ナス, ○: トマト, ■: ピーマン.

考 察

土壌に灌注した薬剤は、毛根から吸収され表皮、皮層、内層、内鞘を経て導管に入り、蒸散流に乗って葉に達する（アポプラスト移動）と言われている。根毛から導管に移行する過程で、化学物質は移動が妨げられるが、これは内皮の濾過効果のほか、無極性溶媒中への分配能とも相関していることが明らかになっている⁴⁾。農薬の水溶解度と果実での残留量との間に、正の相関があることは、奴田原⁵⁾の報告にある。吸収が水溶解度に依存しているような物質では、アポプラスト移動の場合、土壌水分、気温、天候等も移行量決定

因子となると考えられる。

今回の実験で得られた作物体別農薬濃度を見ると、1日目の各濃度はメソミルとBPMCの場合では、キュウリ>ナス>ピーマン>トマトの順で高く、メタラキシルではキュウリ>ピーマン>ナス>トマトの順であった。最も高濃度のキュウリと最も低濃度を示したトマトを比較するとメソミルの場合で、キュウリは0.42 ppm トマトは0.03 ppm であり、BPMCの場合キュウリは0.58 ppm トマトは0.05 ppm、メタラキシルの場合キュウリは0.23 ppm、トマトは検出限界以下であった。すなわち、キュウリはトマトに比し10～

200倍の濃度であった。ナス、ピーマンはキュウリの1/5～1/2程度の濃度であった。ピーマンの場合、メソミルの3日目における数値が他の日の10倍以上となっていたが、この原因については明らかでない。キュウリは作物体内での薬剤の移行も速やかで、最も水溶解性の低いBPMCの場合でも、処理後1日目で果実に移行していた。収穫最盛期における水分要求量は、1日1株当たりキュウリでは4ℓ以上⁶⁾、トマトでは1ℓ以上⁷⁾とされており、アポプラスト移動によると考えられる薬剤吸収が、キュウリとトマトで大きく異なったことの一因はこの水分要求量の差異であろう。

アポプラスト内に分配された薬剤が植物器官に集積する程度は、その器官からの蒸散水の発散に関係しており、この発散は普通気孔の頻度に関係している⁸⁾といわれる。今回得られた結果では、3農薬4作物のいずれの組み合わせにおいても、葉における農薬の存在比が他の器官より多い傾向が見られたが、通常、葉には他器官よりも気孔が多いことから理解できる。Petersonら⁹⁾もベノミルを用いての実験において、気孔がないかまたは機能しないような、トマトの果実やゼラニウム花卉またはポインセチア包葉のような器官には、集積しないか非常に僅かであると報告しており、今回の実験でもトマトについては同様の結果が得られた。

一方、奴田原ら¹⁰⁾は有機塩素系農薬であるディルドリンとBHCを用いて、キュウリとナスにおける吸収移行を調査した。その結果、両作物とも果実を除いて残留濃度は経時的に増加する傾向を認めた。今回の実験においてはそのような傾向は見られなかったが、このことは薬剤の化学的物理的性状の違い、土壤環境の相違等に起因するものと考えられる。これらのことから、土壌施用された農薬の作物体への吸収および作物体中での移行、蓄積、代謝等に関して、農薬の化学的・物理的性状とともに、作物体の形態的特色や発育成熟の生理・生態が影響しているものと考えられる。

要 約

同一条件で栽培されたキュウリ、ナス、トマトおよびピーマンにメソミル、メタラキシル、BPMCの3種類の農薬を土壌施用して、農薬の根からの吸収性および作物体での移行性を比較した。

- 1) 3農薬全てにおいて最も吸収移行が多く見られたのはキュウリであった。
- 2) 果実への移行はキュウリ、ナスの順で多く、トマ

トとピーマンでは殆ど移行していなかった。

- 3) ピーマンにおいては吸収された薬剤の多くが葉に存在していた。トマトでは他の作物に比較して茎に存在する割合が多かった。
- 4) 用いた農薬の剤型は乳剤、水和剤、粒剤であったが、何れの剤型においても1日目で相当量の吸収が見られた。

引 用 文 献

- 1) 山本公昭・奴田原誠克・谷口尚 (1977). 施設栽培の果菜類における農薬残留比較. 高知農林研報. 9 : 1-10.
- 2) 山本公昭・谷口尚・奴田原誠克 (1979). 施設野菜の農薬残留に関する研究 (第1報) 7種の野菜果実間の残留比較. 高知農林研報. 11 : 33-44.
- 3) 後藤真康・加藤誠哉 (1987). 残留農薬分析法 (増補). p. 105, p. 110, p. 200. 東京. ソフトサイエンス社.
- 4) Crowdy, S. H., Grove, J. F. and McCloskey, P. (1959). The translocation of antibiotics in higher plants. 4 Systemic fungicidal activity and chemical structure in griseofulvin relatives. Biochem. J. 72 : 241.
- 5) 奴田原誠克 (1981). キュウリおよびナスにおける土壌処理農薬の吸収と移行. 高知農林研報. 13 : 49-54.
- 6) 藤枝国光・斎藤隆 (1983). 果実発育の生理, 生態. 農文協編. 野菜全書 キュウリー基礎生理と応用技術一. p. 140-141. 東京. 農山漁村文化協会.
- 7) 斎藤隆 (1977). 果実の発育と成熟の生理, 生態. 農文協編. 野菜全書 トマトー基礎生理と応用技術一. p. 120. 東京. 農山漁村文化協会.
- 8) Peterson, C. A. and Edgington, L. V. (1970). Transport of the systemic fungicide benomyl in bean plants. Phytopathology. 60 : 475.
- 9) Peterson, C. A. and Edgington, L. V. (1971). Transport of benomyl into various plant organs. Phytopathology. 61 : 91.
- 10) 奴田原誠克・山本公昭・坂本信行 (1973). 土壌処理農薬の作物体内残留分布に関する研究. 高知農林研報. 5 : 9-16.